

富士北麓，河口湖の水草・車軸藻類と光環境

Aquatic Plants, Charales and Light Environment of Lake Kawaguchi at the northern
foot of Mt. Fuji, central Japan

上 嶋 崇 嗣 中 村 誠 司 渡 邊 広 樹

Takatsugu UEJIMA Seiji NAKAMURA Hiroki WATANABE

芹 澤 (松山) 和 世 芹 澤 如 比 古

Kazuyo MATSUYAMA-SERISAWA Yukihiro SERISAWA

富士北麓，河口湖の水草・車軸藻類と光環境

Aquatic Plants, Charales and Light Environment of Lake Kawaguchi at the northern foot of Mt. Fuji, central Japan

上 嶋 崇 嗣¹ 中 村 誠 司¹ 渡 邊 広 樹^{1,2}
Takatsugu UEJIMA Seiji NAKAMURA Hiroki WATANABE

芹 澤 (松山) 和 世³ 芹 澤 如 比 古
Kazuyo MATSUYAMA-SERISAWA Yukihiro SERISAWA

要約: 河口湖における水草・車軸藻類の種組成とその分布状況および光環境を詳らかにすることを目的に、湖内に15定点(東部:3定点, 中部:6定点, 西部:6定点)を設定し、2012年5月~2013年10月までの毎月と、2015年9月に水生植物の採集を行うとともに、東部, 中部, 西部の水深約10mの地点に定点を設定し、2012年5月~2013年12月と2015年1月~2016年5月にほぼ毎月、セッキー透明度, 表層水の濁度, 水深別の光量を測定した。調査期間中にヒメイバラモを含む水草16種とホシツリモを含む車軸藻類7種の計23種が確認された。ヒメイバラモは国内では数か所でしか報告されておらず、河口湖が非常に貴重な生育地であることが判明した。ホシツリモは1995年には野生絶滅種とされたが、河口湖では2003年には藻体が2地点で確認されており、本調査でも15定点中13定点で分布を確認できた。よって河口湖ではホシツリモの生育範囲が拡大していることが明らかとなった。環境測定の結果、河口湖西部は透明度が高く、濁度と消散係数が低いこと、中部と東部は光環境がほぼ同じであることが判明した。河口湖西部は中・東部よりも水生植物の確認種数が多かったが、これは光環境が良いためより深い水深まで水生植物が生育可能である影響と推察された。

I 諸言

富士五湖は富士北麓に位置する河口湖, 山中湖, 西湖, 精進湖, 本栖湖により構成される5つの湖沼群の総称であり、2011年9月には国の名勝に指定され(文化庁 2017a), 2013年6月には「富士山—信仰の対象と芸術の源泉—」の構成資産として富士山とともに世界文化遺産に登録された(文化庁 2017b)。山梨県の調査によると、本研究の調査地である河口湖を含む富士河口湖町の観光入込客数は2011年度には約268万人であったが、2016年度には約438万人と近年急増している(山梨県 2017a)。河口湖は富士五湖の中で最も低い標高832mに位置し、最も長い湖岸線延長18.40kmであり、山中湖に次ぐ面積5.70km², 最大水深14.6m, 平均水深9.3mの富栄養湖である(環境庁自然保護局 1993)。河口湖と山中湖は富士五湖の中で特に観光地化が進んでおり、河口湖東部の船津では湖岸を囲むようにホテルや旅館, ロープウェイなどの観光施設が立ち並んでいる。また、中部には鶴の島と呼ばれる小さな島と弁天堂と呼ばれる小さなお堂があるが、両地とも水位が低下すると陸続きとなり、観光客が踏み入ることもしばしばである。一方、西部の奥河口湖では東部や中部とは異なり、周囲はほとんど開発されておらず、多くの自然が残されている。

河口湖の水草・車軸藻類については1964年までにKasaki (1964) が車軸藻類5種を、1969~1970年には延原ら (1971) が水草12種と車軸藻類2種を、1992年には野崎ら (1995) が車軸藻類3種を、1999年にはNagasaka et al. (2002) が水草13種と車軸藻類4種を、2003年にはKato et al. (2005) が車軸藻類5種を、2005年には富士北麓生態系調査会 (2007) が水草12種と車軸藻類3種を確認しており、延原

¹教育学研究科修士課程 ² 韮崎市立韮崎西中学校 ³ 教育学域協力研究員

表1. 本研究と過去の報告による河口湖で確認された水草・車軸藻類

種名	学名	文献 調査期間	Kasaki	延原ら	野崎ら	Nagasaka et al.	Kato et al.	富士北麓生態系	本研究
			(1964)	(1971)	(1995)	(2002)	(2005)	調査会(2007)	
			-1964年	1969-70年	1992年	1999年	2003年	2005年	2012-15年
マツモ	<i>Ceratophyllum demersum</i>			○					○
コカナダモ	<i>Elodea nuttallii</i>					○		○	○
クロモ	<i>Hydrilla verticillata</i>			○		○		○	○
ホザキノフサモ	<i>Myriophyllum spicatum</i>			○		○		○	○
イバラモ	<i>Najas marina</i>			○				○	○
トリゲモ	<i>Najas minor</i>								○
オオトリゲモ	<i>Najas oguraensis</i>							○	
ヒメイバラモ	<i>Najas tenuicaulis</i>								○
ヨシ	<i>Phragmites australis</i>								○
オオササエビモ	<i>Potamogeton anguillanus</i>					○			○
イトモ	<i>Potamogeton bertholdii</i>							○	○
エゾヤナギモ	<i>Potamogeton compressus</i>			○		○		○	○
エビモ	<i>Potamogeton crispus</i>			○				○	○
センニンモ	<i>Potamogeton maackianus</i>			○		○		○	○
ササバモ	<i>Potamogeton malaianus</i>			○		○		○	○
ホソバミズヒキモ	<i>Potamogeton octandrus</i>			○		○		○	○
ヤナギモ	<i>Potamogeton oxyphyllus</i>			○					○
リュウノヒゲモ	<i>Potamogeton pectinatus</i>			○					○
ヒロハノエビモ	<i>Potamogeton perfoliatus</i>			○					○
フジエビモ(仮称)	<i>Potamogeton</i> sp.					○		○	○
ヒメホタルイ	<i>Schoenoplectus lineolatus</i>					○			○
セキショウモ	<i>Vallisneria asiatica</i>			○		○		○	○
シャジクモ	<i>Chara braunii</i>	○			○	○		○	○
オウシャジクモ	<i>Chara corallina</i>						○		○
カタシャジクモ	<i>Chara globularis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○
ヒメフラスコモ	<i>Nitella flexilis</i>	○		○	○				○
キヌフラスコモ	<i>Nitella gracilens</i>	○							○
オトメフラスコモ	<i>Nitella hyalina</i>					○	○		○
フラスコモ属 sp.	<i>Nitella</i> sp.			○					○
ホシツリモ	<i>Nitellopsis obtusa</i>	○					○	○	○
水草種数		0	12	0	12	0	12	12	16
車軸藻類種数		5	2	3	4	5	3	3	7
総種数		5	14	3	16	5	15	15	23

ら（1971）のフラスコモ属 sp. はヒメフラスコモまたはホシツリモと推定されるため、併せて水草19種、車軸藻類7種の計26種が報告されている（表1）。過去2回の調査では水深別の現存量調査も行われており、1969～1970年には水深2mでホザキノフサモが、3mでクロモが、4mでエゾヤナギモが、6mでセンニンモが優占していたことが報告されているが（延原ら 1971）、1999年には侵略的外来種であるコカナダモの大繁茂の影響を受け、浅部にはセキショウモ、深部にはコカナダモが優占する2極化した植生に変化したことが示されている（Nagasaka et al. 2002）。現在、このようにコカナダモに代表される外来の水草（帰化水草）の大繁茂が日本各地で問題となっており（Kadono 2004）、土地開発などの影響も加わって、日本各地の湖沼や河川では水生植物相の急激な変化が生じているという（角野 1994）。また、富士五湖の一つである山中湖では数年といった短い期間でも水生植物の分布や現存量が変化していることが報告されており（芹澤ら 2013, 2014）、実際に河口湖でも2005年にはセキショウモやササバモが多くの定点で確認されたことが報告されている（富士北麓生態系調査会 2007）。したがって河口湖の現時点における水草・車軸藻類の詳細な分布状況を把握し、生育状況を記録することが、本湖の水生植物を保全し生物多様性を維持していく上で重要と考えられる。

河口湖では1973年以降、中部の湖心と東部の船津沖の2地点で山梨県により水質環境（気温、水温、透明度、pH、DO、COD、BOD、SS、全燐、全窒素など）の測定が毎月行われており（山梨県 2017b）、長期的な水質の変化も著者らにより解析されている（中村ら 2016）。しかし、水生植物の生育に特に影響を与えると考えられる水中光量やそれに関係する濁度については情報が極めて乏しいのが現状である。

そこで、本研究では河口湖における水草・車軸藻類の種組成とその分布状況および光環境を詳らかにすることを目的とした。

II 方法

水生植物の調査は湖内全域を網羅するように湖岸および鵜の島周辺に15定点(湖東部に3定点, 中部に6定点, 西部に6定点)を設定し(図1), 2012年5月から2013年10月には月1~2回, 2015年には水草の繁茂期である9月に3日間行った。調査日は2012年5月19日, 6月14日, 7月28日, 8月27, 31日, 9月27日, 10月22日, 11月20日, 12月16日,

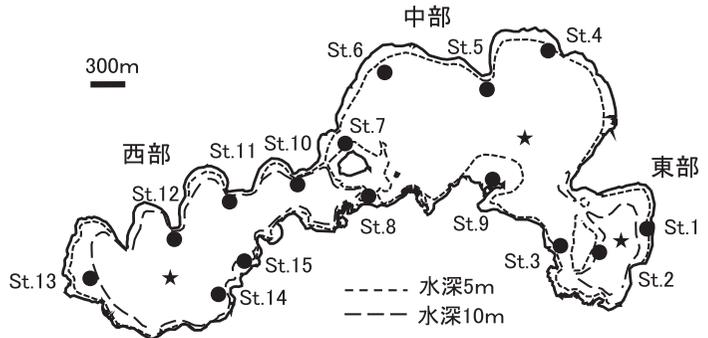


図1. 河口湖の調査定点。●:水草・車軸藻類の採集定点, ★:光環境の測定定点。

2013年1月25日, 2月28日, 3月15日, 4月26日, 5月23日, 6月10日, 7月5, 8日, 8月28, 29日, 9月17, 19日, 10月31日, 2015年9月21, 24, 29日である。なお, 定点ごとの調査期間はSt.1, 4, 6, 10, 12, 13については2012年5月から2013年10月まで, St.2, 7, 8, 9, 14については2012年5月から2012年8月まで, St.3, 5, 11については2012年10月から2013年10月までであり, 2015年9月にはSt.15を加えた全15定点とした。各定点では自作採集器を湖岸またはボートから投げ入れて湖底を引きずる方法を主として, 補足的に胴付長靴を着用した徒手採集や素潜りによる徒手採集で水草・車軸藻類の採集を行った。採集した水生植物はクーラーボックスに入れて保冷して研究室に持ち帰り, 種を同定した後, 押し葉標本を作成する前後に標本写真を撮影した。

光環境の測定は河口湖東部, 中部, 西部で水深10m程度の地点にそれぞれ1定点を設定し, 2012年5月から2013年12月と2015年1月から2016年5月まで概ね月1回, 船上からセッキー板を用いた透明度(2015年6月以降は風波の影響を削減するために箱めがねを使用)と濁度計(EUTECH社製TN-100)を用いた表層水の濁度の測定を行うとともに, 光量子計(Li-Cor社製ライトメーターLI-250と水中光量子

表2. 河口湖における水草・車軸藻類の調査期間中の定点別の確認種とその確認頻度(確認定点数/全定点数×100)

種名	学名	St.	東部			中部					西部					確認頻度 (%)		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15
クロモ	<i>Hydrilla verticillata</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100.0
ホザキノフサモ	<i>Myriophyllum spicatum</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100.0
トリゲモ	<i>Najas minor</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100.0
ヒメイバラモ	<i>Najas tenuicaulis</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100.0
ササバモ	<i>Potamogeton malaianus</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100.0
セキショウモ	<i>Vallisneria asiatica</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100.0
ホソバミズヒキモ	<i>Potamogeton octandrus</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	93.3
センニンモ	<i>Potamogeton maackianus</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	86.7
オオササエビモ	<i>Potamogeton anguillanus</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	66.7
フジエビモ(仮称)	<i>Potamogeton sp.</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	66.7
ヒロハノエビモ	<i>Potamogeton perfoliatus</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	60.0
ヨシ	<i>Phragmites australis</i>					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	46.7
コカナダモ	<i>Elodea nuttallii</i>		○			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	33.3
エゾヤナギモ	<i>Potamogeton compressus</i>						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13.3
ヒメホタルイ	<i>Schoenoplectus lineolatus</i>									○	○	○	○	○	○	○	○	13.3
マツモ	<i>Ceratophyllum demersum</i>		○															6.7
シャジクモ	<i>Chara braunii</i>		○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	93.3
カタシャジクモ	<i>Chara globularis</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	86.7
ホシツリモ	<i>Nitellopsis obtusa</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	86.7
オウシャジクモ	<i>Chara corallina</i>		○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	40.0
ヒメフラスコモ	<i>Nitella flexilis</i>			○						○	○	○	○	○	○	○	○	26.7
キヌフラスコモ	<i>Nitella gracilens</i>									○	○	○	○	○	○	○	○	20.0
オトメフラスコモ	<i>Nitella hyalina</i>						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	20.0
水草種数			13	10	9	11	8	12	9	11	11	10	11	11	12	12	13	
車軸藻類種数			4	4	1	3	4	2	3	3	5	4	6	5	5	5	2	
総種数			17	14	10	14	12	14	12	14	16	14	17	16	17	17	15	

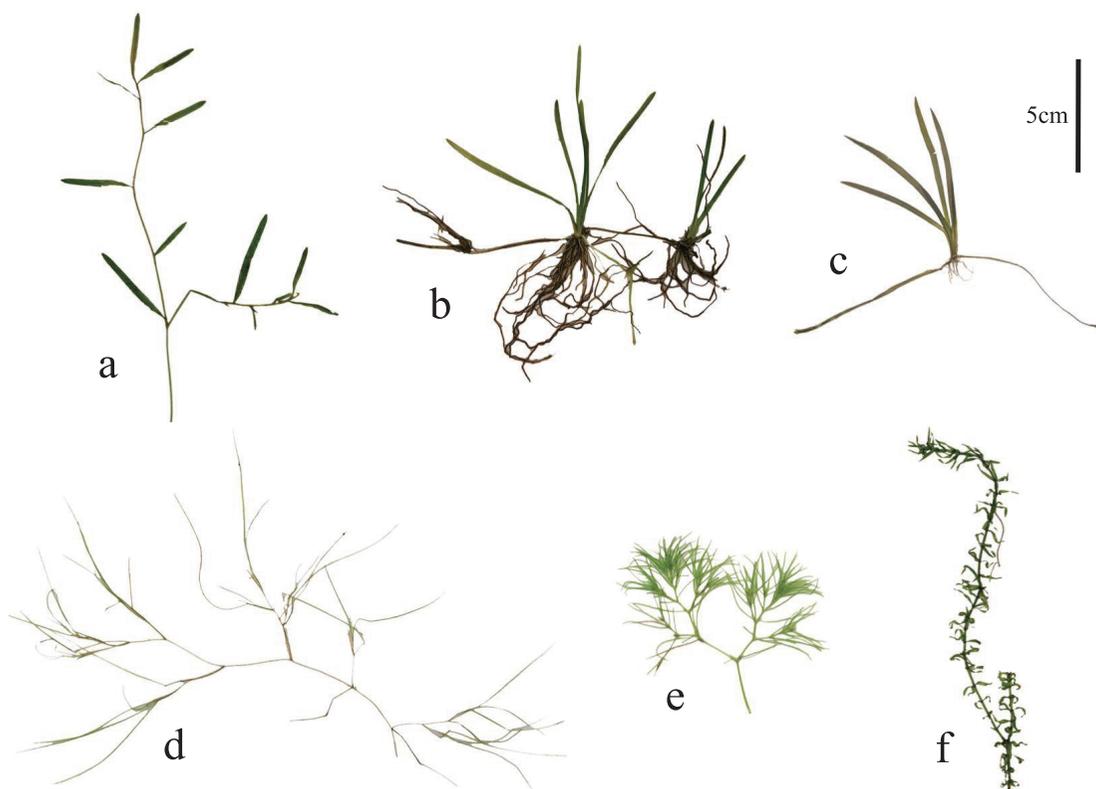


図2-1 河口湖で確認された水草。a, センニンモ *Potamogeton maackianus*; b, ヒメホタルイ *Schoenoplectus lineolatus*; c, セキショウモ *Vallisneria asiatica*; d, ホソバミズヒキモ *Potamogeton octandrus*; e, トリゲモ *Najas minor*; f, コカナダモ *Elodea nuttallii*。

センサー LI-192SA) 2組を用いて水面上と同時に水深10cmまたは20cmおよび水深1mより1m毎に湖底付近または水深10mまでの光量子束密度の測定を行った。また、水中光量を水面上の光量で除して100を乗じた水深別の相対光量を求め、水深-相対光量曲線を指数回帰 ($I_d = I_0 \exp^{-kd}$) することで消散係数 k を算出した。なお、光が空気中から水中に入射する際には水面で約7%が反射されることが報告されているため (Campbell & Aarup 1989), 今回は I_0 を 93 とした。計器の不調や風波により2012年8月は光量測定が、2015年1月と3月は湖東部と中部で、2015年2月は3定点で全ての測定が欠測となった。なお、測定日は2012年5月19日, 6月14日, 7月29日, 8月24日, 9月27日, 10月24日, 11月25日, 12月16日, 2013年1月25日, 2月28日, 3月15日, 4月26日, 5月23日, 6月10日, 7月5日, 8月28日, 9月24日, 10月31日, 11月10日, 12月11日, 2015年1月11日, 3月12日, 4月18日, 5月21日, 6月22日, 7月14日, 8月28日, 9月24日, 10月26日, 11月20日, 12月15日, 2016年1月15日, 2月22日, 3月29日, 4月26日, 5月23日であった。

Ⅲ 結果

本調査より河口湖において水草16種と車軸藻類7種の計23種が確認された (表1, 図2-1, 2-2, 2-3)。河口湖における水草・車軸藻類の調査期間中の定点別の確認種とその出現頻度 [出現定点数/全定点数 (15) × 100] を表2に示す。河口湖における水草の出現定点数 (出現頻度) はクロモ, ホザキノフサモ, トリゲモ, ヒメイバラモ, ササバモ, セキショウモが15定点 (100%), ホソバミズヒキモ

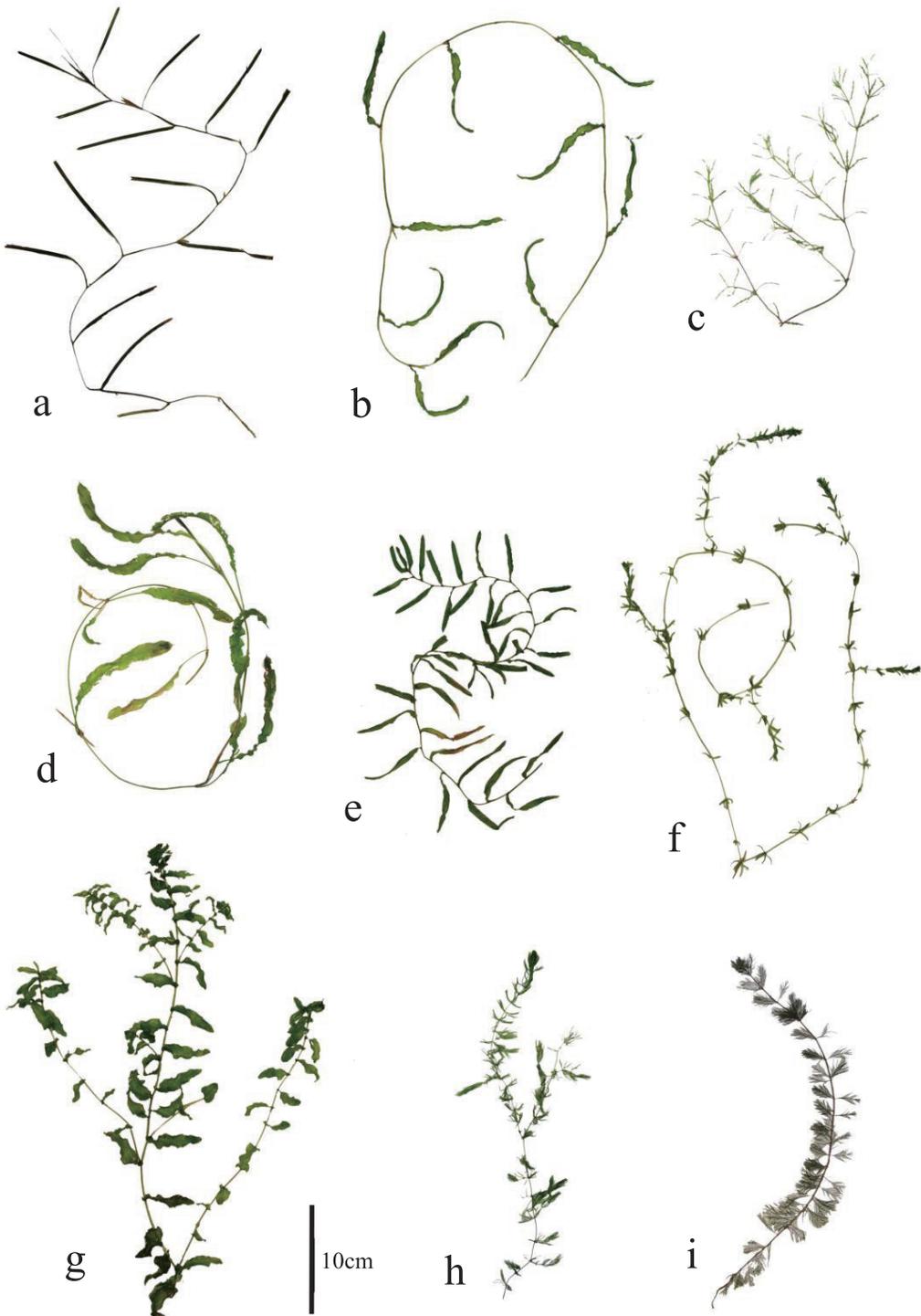


図2-2 河口湖で確認された水草. a, エゾヤナギモ *Potamogeton compressus*; b, オオササエビモ *Potamogeton anguillanus*; c, ヒメイバラモ *Najas tenuicaulis*; d, ササバモ *Potamogeton malaianus*; e, フジエビモ *Potamogeton* sp.; f, クロモ *Hydrilla verticillata*; g, ヒロハノエビモ *Potamogeton perfoliatus*; h, マツモ *Ceratophyllum demersum*; i, ホザキノフサモ *Myriophyllum spicatum*.



図2-3 河口湖で確認された水草と車軸藻類。a, ホシツリモ *Nitellopsis obtusa*; b, シャジクモ *Chara braunii*; c, カタシャジクモ *Chara globularis*; d, オウシャジクモ *Chara corallina*; e, ヒメフラスコモ *Nitella flexilis*; f, オトメフラスコモ *Nitella hyalina*; g, キヌフラスコモ *Nitella gracilens*; h, ヨシ *Phragmites australis*。

表3. 河口湖における水草・車軸藻類の調査期間中の月別の確認種とその確認頻度（確認月数/全調査月数×100）

種名	学名	2012年												2013年										2015年 9月	確認頻度 (%)
		5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月						
ヨシ	<i>Phragmites australis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	100.0	
クロモ	<i>Hydrilla verticillata</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	78.9	
ヒメイバラモ	<i>Najas tenuicaulis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	78.9	
ササバモ	<i>Potamogeton malaianus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	78.9	
センニンモ	<i>Potamogeton maackianus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	73.7	
セキショウモ	<i>Vallisneria asiatica</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	73.7	
ホザキノフサモ	<i>Myriophyllum spicatum</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	68.4	
ホソバミズヒキモ	<i>Potamogeton octandrus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	68.4	
マツモ	<i>Ceratophyllum demersum</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	57.9	
オオササエビモ	<i>Potamogeton anguillanus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	57.9	
トリゲモ	<i>Najas minor</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	52.6	
ヒロハノエビモ	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	42.1	
フジエビモ(仮称)	<i>Potamogeton</i> sp.	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	42.1	
コカナダモ	<i>Elodea nuttallii</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	31.6	
ヒメホタルイ	<i>Schoenoplectus lineolatus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	26.3	
エゾヤナギモ	<i>Potamogeton compressus</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15.8	
ホシツリモ	<i>Nitellopsis obtusa</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	73.7	
シャジクモ	<i>Chara braunii</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	47.4	
カタシャジクモ	<i>Chara globularis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	47.4	
オウシャジクモ	<i>Chara corallina</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	36.8	
ヒメフラスコモ	<i>Nitella flexilis</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	21.1	
キヌフラスコモ	<i>Nitella gracilens</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15.8	
オトメフラスコモ	<i>Nitella hyalina</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10.5	
水草種数		11	13	12	15	12	13	8	9	1	1	1	1	6	12	12	13	15	10	15					
車軸藻類種数		3	4	4	7	5	4	4	2	0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	4					
総種数		14	17	16	22	17	17	12	11	1	1	1	1	7	14	14	15	17	12	19					

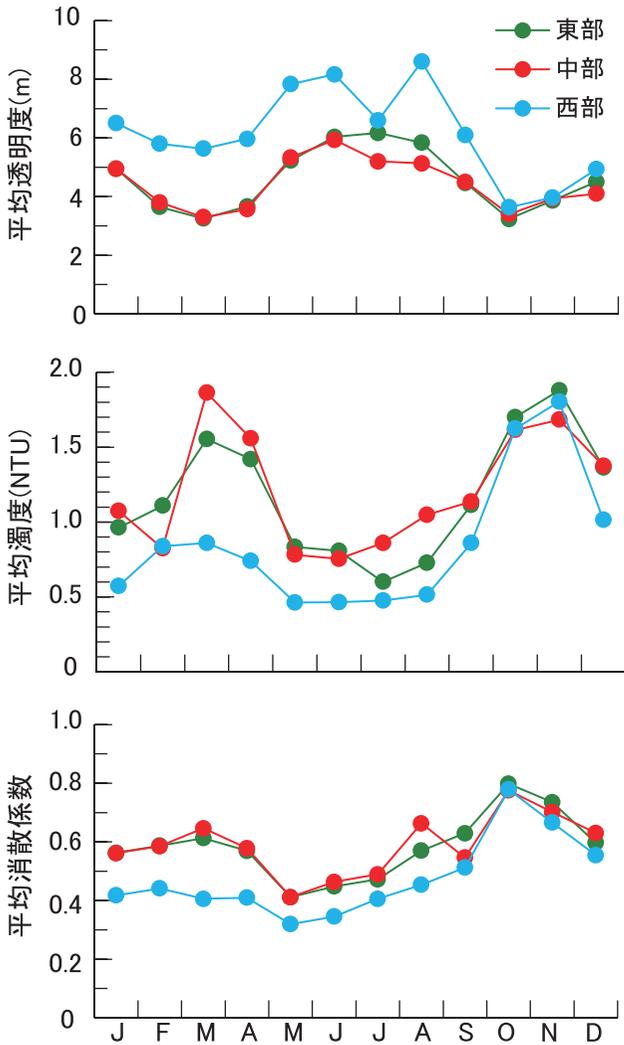


図3. 河口湖における調査期間中の透明度，濁度，消散係数の月平均の周年変化

(73.7%)，シャジクモとカタシャジクモが9回 (47.4%)，オウシャジクモが7回 (36.8%)，ヒメフラスコモが4回 (21.1%)，キヌフラスコモが3回 (15.8%)，オトメフラスコモが2回 (10.5%)であった。確認種数は2012年8月には22種と多く，2013年1～4月にはヨシのみの1種と少なかった。

河口湖における調査期間中の透明度，濁度，消散係数の月平均値のエリア別の周年変化を図3に示す。透明度は湖東部では3.3m (3月)～5.9m (6月)で期間平均は4.4m，中部では3.2m (10月)～6.2m (7月)で期間平均は4.6m，西部では3.6m (10月)～8.6m (8月)で期間平均は6.1mであった。濁度は湖東部では0.75NTU (6月)～1.86NTU (3月)で期間平均は1.21NTU，中部では0.60NTU (7月)～1.88NTU (11月)で期間平均は1.17NTU，西部では0.46NTU (5月)～1.80NTU (11月)で期間平均は0.85NTUであった。消散係数は湖東部では0.411 (5月)～0.776 (10月)で期間平均は0.588，

が14定点 (93.3%)，センニンモが13定点 (86.7%)，オオササエビモとフジエビモ (仮称) が10定点 (66.7%)，ヒロハノエビモが9定点 (60.0%)，ヨシが7定点 (46.7%)，コカナダモが5定点 (33.3%)，エゾヤナギモとヒメホタルイが2定点 (13.3%)，マツモが1定点 (6.7%)であった。また，車軸藻類ではシャジクモが14定点 (93.3%)，カタシャジクモとホシツリモが13定点 (86.7%)，オウシャジクモが6定点 (40.0%)，ヒメフラスコモが4定点 (26.7%)，キヌフラスコモとオトメフラスコモが3定点 (20.0%)であった。確認種数はSt.1, 11, 13, 14で17種と多く，St.3では10種と少なかった。

調査定点に関係なく河口湖で月別に確認された水草・車軸藻類とその確認頻度 [確認月数/全調査月数 (19) × 100] を表3に示す。水生植物の総確認月数 (確認頻度) はヨシが19回 (100%)，クロモ，ヒメイバラモ，ササバモが15回 (78.9%)，センニンモとセキシヨウモが14回 (73.7%)，ホザキノフサモとホソバミズヒキモが13回 (68.4%)，マツモとオオササエビモが11回 (57.9%)，トリゲモが10回 (52.6%)，ヒロハノエビモとフジエビモ (仮称) が8回 (42.1%)，コカナダモが6回 (31.6%)，ヒメホタルイが5回 (26.3%)，エゾヤナギモが3回 (15.8%)であった。また，車軸藻類ではホシツリモが14回

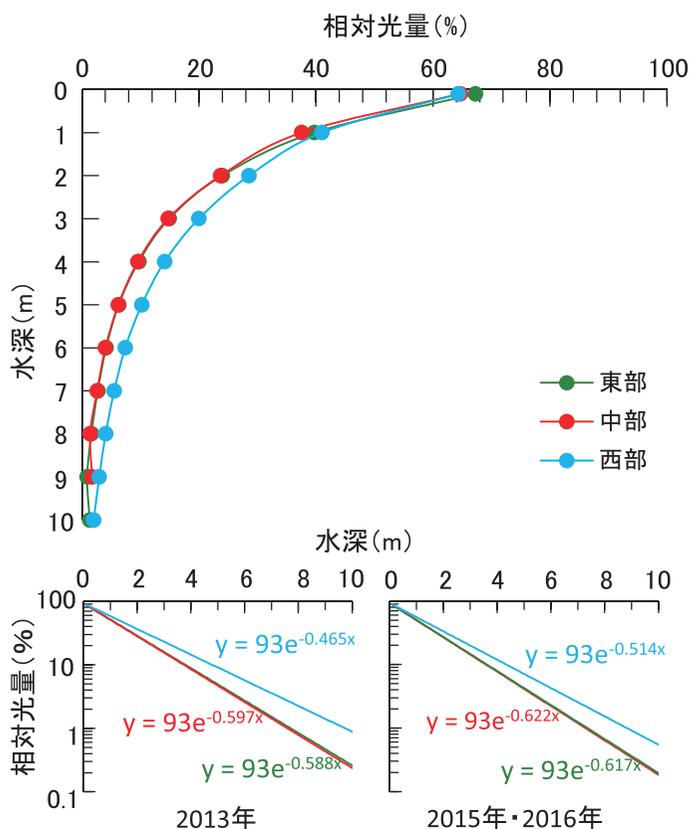


図4. 河口湖における調査期間中のエリア別の水深別平均相対光量(上)と2013年1～12月および2015年4月～2016年3月の水深別相対光量値の指数回帰直線とその数式(下)

m, 1.12NTU, 中部が0.597, 4.5m, 1.34NTUと0.622, 4.25m, 1.18NTU, 西部が0.465, 6.2m, 1.02NTUと0.514, 6.1m, 0.80NTUであり, 2015年の値はいずれも消散係数は大きく, 透明度は小さかったが, 濁度は小さいという逆の傾向を示した。

IV 考察

本研究の結果を過去に河口湖で行われた水生植物の種組成に関する調査結果と比較すると(表1), 水草と車軸藻類どちらにおいても本調査結果は過去に行われた調査の中で最大の確認種数であった。また, 河口湖から新たにヒメイバラモ, トリゲモ, ヨシの3種を確認することができた。一方これまでに報告されてきた種のうち, イバラモ, オオトリゲモ, エビモ, イトモ, ヤナギモ, リュウノヒゲモは本調査では確認されなかった。イバラモ科であるイバラモはヒメイバラモと, オオトリゲモはトリゲモと類似しており, ヒルムシロ科のイトモはホソバミズヒキモと類似している。本調査ではヒメイバラモとトリゲモを全定点で確認しており, これらの種を見落とすことは考えにくいので, 同一種をそれぞれ別の種として同定している可能性が考えられた。また, ヒメイバラモは絶滅危惧Ⅰ類に指定されており, 全国に2, 3か所にしか残存しないとされており(角野 2014), 河口湖が本種の非常に貴重な生育地であることが判明した。

車軸藻類については過去に河口湖で確認されていた種(Kasaki 1964, 延原ら 1971, 野崎ら1994,

中部では0.412(5月)～0.798(10月)で期間平均は0.583, 西部では0.320(5月)～0.779(10月)で期間平均は0.476であった。

河口湖における調査期間中のエリア別の平均相対光量－水深曲線と2013年1～12月と2015年4月～2016年3月の水深別の全相対光量値の指数回帰直線とその数式を図4に示す。水中光量は湖東部と中部で同様の変化を示し, 水深1mにおける光量は水深0.1mの約半分程度まで, 水深5mにおける光量は水深0.1mの約10%程度まで減衰し, 水深の増加に従って光量は減衰した。また, 西部では水深0.1mにおける光量は東部や中部と同程度あったが, 水深1mにおける光量は水深0.1mの約65%まで, 水深5mにおける光量は水深0.1mの約16%程度まで減衰しており, 他の地域よりも水深の増加に従った光量の減衰は緩やかであった。また, 2013年1～12月と2015年4月～2016年3月の年消散係数, 透明度, 濁度はそれぞれ湖東部が0.588, 4.7m, 1.28NTUと0.617, 4.5

Nagasaka et al. 2002, Kato et al. 2005, 富士北麓生態系調査会 2007) を全て確認することができた。河口湖に生育している車軸藻類は全てが絶滅危惧種としてレッドリストに掲載されており（環境庁 2000）、オウシャジクモ、カタシャジクモ、ヒメフラスコモ、キヌフラスコモ、オトメフラスコモ、ホシツリモは絶滅危惧Ⅰ類、シャジクモは絶滅危惧Ⅱ類である。特にホシツリモについては、野崎ら（1995）が行った調査で河口湖を含む日本の39湖沼で生育が確認されなかったため、野生絶滅種とされていたが、2003年に河口湖で行われた調査で藻体の切れ端や無性生殖器官である星状器を有する栄養体が2地点でのみ確認された（Kato et al. 2005）。本調査では調査を行った15定点中13定点でホシツリモの分布を確認しており、河口湖ではホシツリモがその生育範囲を拡大させていることが明らかとなった。

Nagasaka et al. (2002) は河口湖におけるコカナダモの大繁茂を確認し、1999年には浅部にはセキショウモ、深部にはコカナダモが優占していたことを報告しているが、本調査ではコカナダモを15定点の中5定点でしか確認しておらず、コカナダモの生育範囲の減少が明らかとなった。本研究ではクロモ、ホザキノフサモ、トリゲモ、ヒメイバラモ、ササバモ、セキショウモ、ホソバミズヒキモ、センニンモ、シャジクモ、ホシツリモ、カタシャジクモを13以上の定点で確認しており、河口湖では多くの定点で多様な水草・大型藻類が生育していることがわかった。

今回の環境測定から河口湖西部は透明度が最も高く、濁度と消散係数が低いことが明らかとなった。河口湖では東部から中部にかけては観光地化が進んでいることから、その影響が少なからず現れているものと推察された。河口湖の流入河川類は9本と富士五湖の中で最多であるが（環境庁自然保護局1993）、流出河川は東部に人工放水路が一本あるのみである。湖東部では唯一の流出口があるものの、流入河川らしきものはほとんど認められず、地形的に湖水が滞留しやすいために光環境が悪くなっている可能性がある。また、湖中部では流入河川は見られるものの、水深が浅いため底泥が風波などによって巻き上げられるため光環境が悪いものと推察された。河口湖のエリア毎の水草と車軸藻類の平均出現種数は、東部では10.7種と3種、中部では10.3種と3.3種、西部では11.5種と4.5種であり、西部で最多であったが、これは光環境が良好である西部では深い水深まで水草と車軸藻類の生育が可能であるためと推察された。なお、2015年4月～2016年3月の光環境は2013年1～12月と比較すると濁度は低かったものの、消散係数は高く、透明度は低いことが判明した。したがって、河口湖の光環境は最近になって若干悪くなっていると判断された。河口湖にはヒメイバラモやホシツリモといった非常に貴重な種も生育していることから、今後も水生植物相や光環境の変化を注視していく必要があろう。

V 謝辞

本研究を行うにあたり、共に調査や標本作成を行った水圏植物（芹澤）研究室の学生・院生諸氏に謝意を表す。

VI 引用文献

- 文化庁. 2017a. 名勝に関する総合調査—全国的な調査（所在調査）の結果—報告書. 50pp.
http://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/tokeichosa/pdf/meishou_chousa.pdf
- 文化庁. 2017b. 「富士山」の世界遺産一覧表への記載決定について.
http://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/sekai_isan/ichiran/fujisan.html
- Campbell J W, Aarup T. 1989. Photosynthetically available radiation at high latitudes. *Limnol. Oceanogr.* 34:1490-1499.
- 角野康郎. 1994. 日本水草図鑑. 文一総合出版, 179pp.
- Kadono Y. 2004. Alien Aquatic Plants Naturalized in Japan: History and Present Status. *Global Environmental Research* 8(2):163-169.
- 角野康郎. 2014. 日本水草. 文一総合出版, 326pp.
- 環境庁. 2000. 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック—9植物Ⅱ（維管束植物）. 自然環境研究センター.

- 環境庁自然保護局. 1993. 第4回自然環境保全基礎調査 湖沼調査報告書(全国版). 環境庁自然保護局. p. 141.
- 富士北麓生態系調査会. 2007. 富士北麓水域(富士五湖)における生態系多様性に関する調査報告書. 富士北麓生態系調査会, p. 157-177.
- Kasaki H. 1964. The Charophyta from the lakes of Japan. J. Hattori. Bot. Lab. 27:215-314.
- Kato S, Higuchi S, Kondo Y, Kitano S, Nozaki H, Tanaka J. 2005. Rediscovery of the wild-extinct species *Nitellopsis obtusa* (Charales) in Lake Kawaguchi, Japan. Journal of Japanese Botany 80:84-91.
- Nagasaka M, Yoshizawa K, Ariizumi K. 2002. Temporal changes and vertical distribution of macrophytes in Lake Kawaguchi. The Japanese Society of Limnology 3:107-114.
- 延原肇, 岩田好宏, 生嶋功. 1971. 富士五湖の水草の分布. 富士山総合学術調査報告書, p. 559-577.
- 野崎久義, 加崎英男, 佐野郷美, 渡辺信. 1994. 日本産車軸藻類ホシツリモ (*Nitellopsis obtusa*) の自然界での絶滅と復元の可能性. 日本植物分類学会会報10(2):45-50.
- 野崎久義, 渡辺信, 加崎英男, 佐野郷美, 加藤偉重, 大森雄治. 1995. 日本の湖沼における車軸藻類(緑色植物)の分布の現状. 藻類43:213-218.
- 中村誠司, 上嶋崇嗣, 渡邊広樹, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古. 2016. 富士五湖における水質の周年変化と長期的変動. 富士山研究10:31-40.
- 芹澤如比古, 佐藤裕一, 深代牧子, 土屋佳奈, 芹澤(松山)和世. 2013. 富士北麓, 山中湖に生育する水生植物の種組成と現存量の周年変化-2008~2010-. 水草研究会誌100:61-71.
- 芹澤如比古, 吉澤一家, 高橋一孝, 加藤 将, 野崎久義, 芹澤(松山)和世. 2014. 富士北麓, 山中湖に生育する水生植物の水平・垂直分布-2008年-. 富士山研究8:7-14.
- 山梨県. 2017a. 平成28年山梨県観光入込客統計調査結果.
<http://www.pref.yamanashi.jp/kankou-k/17390378357.html>
- 山梨県. 2017b. 公共用水域水質測定結果 公共用水域及び地下水の水質測定結果(常時監視) 水質監視及び保全対策 環境保全・資源・公害 水質・土壌・地盤 環境保全・資源・公害 まちづくり・環境. <http://www.pref.yamanashi.jp/taiki-sui/sokutei.html>